

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-083404

(43)Date of publication of application : 23.03.1990

(51)Int.Cl.

G01B 11/30

(21)Application number : 63-236879

(71)Applicant : ANRITSU CORP

(22)Date of filing : 21.09.1988

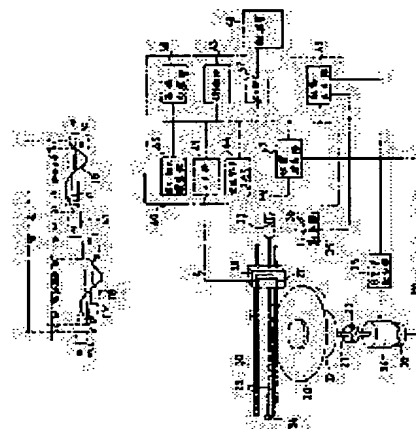
(72)Inventor : OGAWA HIROSHI  
NAWATA YASUSHI

## (54) FLATNESS MEASURING METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To measure the whole surface shape of an object to be measured by a method wherein the object to be measured is rotated while a displacement meter is moved in the radius direction of the object to be measured to measure the displacement on the whole surface of the object to be measured and the surface shape of the object to be measured is calculated from each obtained displacement.

**CONSTITUTION:** An object 20 to be measured is rotated and a displacement meter 27 is moved in the radius direction of the object 20 to be measured to measure displacement and reference lines L1, L2... connecting the displacements of both ends of a measuring region among respective displacements obtained by this measurement are formed, and the warpage and deflection of the object 20 to be measured are calculated from the deviation of the reference lines L1, L2... and the displacement value. By this method, the whole surface shape of the object 20 to be measured can be calculated by one measurement. From the measured results, the shape of the object 20 to be measured can be visually grasped on a two-dimensional picture, for example, as warpage, deflection and undulation and the flatness of the object 20 to be measured can be calculated from the warpage of the like. The whole surface shape of the object 20 to be measured can be measured within a short time.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-83404

⑪ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)3月23日

G 01 B 11/30

1 0 1 A

8304-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 平坦度測定方法

⑮ 特 願 昭63-236879

⑯ 出 願 昭63(1988)9月21日

⑰ 発 明 者 小 河 博 東京都港区南麻布5丁目10番27号 アンリツ株式会社内  
⑱ 発 明 者 縄 田 保 志 東京都港区南麻布5丁目10番27号 アンリツ株式会社内  
⑲ 出 願 人 アンリツ株式会社 東京都港区南麻布5丁目10番27号  
⑳ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

平坦度測定方法

2. 特許請求の範囲

被測定体を回転させるとともに変位計を前記被測定体の半径方向に移動させて前記被測定体全面における変位を測定し、この測定により得られた各変位から前記被測定体の表面の平坦度を求めることを特徴とする平坦度測定方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、例えば光ディスクや磁気ディスク、半導体ウエハの表面形状を測定する平坦度測定方法に関する。

(従来の技術)

第11図は表面形状測定装置の構成図である。同図において1は光ディスク等の被測定体であって、この被測定体1は、回転軸2が設けられた支持体3によって支持されている。この回転軸2にはモータ4の回転軸が連結されている。又、回転軸2

には位置検出マーク5、6が付された位置検出板7が設けられ、さらにこの位置検出板7に対して各位置検出センサ8、9が設けられている。そして、これら位置検出センサ8、9の出力はそれぞれチャンネル切換器10を通して測定同期ゲート開閉器11に送られている。

一方、被測定体1の上方には変位測定センサ12が配置され、この変位測定センサ12はエアースライダ13によって矢印(イ)及び(ロ)方向に移動するようになっている。なお、14はモータである。そして、変位測定センサ12の出力は測定同期ゲート開閉器11を通して形状測定器15へ送られるようになっている。なお、16は記録計である。

従って、このような構成であれば、モータ4が回転すると、被測定体1及び位置検出板7は同期して回転する。この状態に各位置検出センサ8、9は位置検出マーク5、6を検出してその検出信号を出力する。これら検出信号はチャンネル切換器10で切換られて測定同期ゲート開閉器11に

送られる。これにより、測定同期ゲート開閉器11には被測定体1の直径方向の測定指示信号が断続的に発生する。一方、変位測定センサ12はエアースライダ13によって被測定体1の直径方向に移動しながらその面の変位を測定してその測定信号を出力する。そして、この測定信号は測定同期ゲート開閉器11に送られる。しかるに、測定同期ゲート開閉器11は測定指示信号によってゲートが開くので、形状測定器15には被測定体1の直径方向の変位が連続的に得られる。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、以上の装置では被測定体1の直径方向の測定指示信号を発生させているため、得られる形状は被測定体1における1箇所の半径方向となっている。従って、被測定体1の1半径方向の形状しか測定することができず、被測定体1の全体の形状を測定することはできない。このため、被測定体1全体の表面形状を測定することは困難である。

そこで本発明は、被測定体全体の表面形状を測

定できる平坦度測定方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段と作用〕

本発明は、被測定体を回転させるとともに変位計を被測定体の半径方向に移動させて被測定体全面における変位を測定し、この測定により得られた各変位から被測定体の表面形状を求めるようにして上記目的を達成しようとする平坦度測定方法である。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本方法を適用した平坦度測定装置の構成図である。同図において20は光ディスクや磁気ディスク等の被測定体であって、この被測定体20は、回転軸21が設けられた支持体22によって支持されている。この回転軸21にはカップリング23を介して $\theta$ 方向モータ24の回転軸が連結されている。なお、この $\theta$ 方向モータ24は $\theta$ モータ駆動部25によって駆動されるものであ

り、又パルスエンコーダ26が取付けられている。

一方、被測定体20の上方には非接触型の変位計27が移動台28に取り付けられている。この変位計27はレーザ光を放出して被測定体20からの反射レーザ光の受光位置から被測定体20の変位を測定する機能を有するものである。又、移動台28は変位計27を被測定体20の半径方向に移動させるもので、この移動台28は直線形状の案内レール29、29に摺動可能に取り付けられているとともに移動用ねじ30が螺合している。又、移動用ねじ30の一端にはx方向（被測定体20の直径方向）モータ33が連結されるとともに他端には支持体34が取り付けられて回転自在に支持されている。なお、x方向モータ33はxモータ駆動部35によって駆動されるようになっており、又パルスエンコーダ36が取付けられている。

ところで、前記変位計27から出力される測定信号s及び各パルスエンコーダ26、36から出力される各回転パルス信号Pa、Pbはそれぞれ

処理装置40の入力部41、位置検出部42に送られている。この処理装置40は変位計27からの測定信号sを各種処理して被測定体20の反りや振れ（トータル・インデケート・リーディング；TIR）等を求めて表面形状を得る機能を有するもので、具体的には次のような構成となっている。すなわち、主制御部43が備えられ、この主制御部43に前記入力部41、前記位置検出部42、変位データメモリ44、反り・振れ演算部45、画像処理装置46、出力部47及び駆動出力部48が接続されたものとなっている。そして、出力部47には表示装置49が接続されている。かかる構成において位置検出部42は回転パルス信号Paから被測定体20の回転方向の位置を求め、かつ回転パルス信号Pbから変位計27のx方向の位置を求め、これら求められた各位置（x、 $\theta$ ）から変位計27の測定位置を求める機能を有するものである。又、主制御部43は処理装置40内の各部の動作制御を行なう機能を有するもので、他に次のような機能を有している。すなわち、第

2図に示すように位置検出部42で検出された位置 $(x, \theta)$ を受けて被測定体20の円周上の所定角度毎に入力部41を開いて測定信号 $s$ を取り込んで変位データメモリ44に変位データとして記憶させるデータ取込み機能、駆動出力部48を通して $\theta$ モータ駆動部25へ所定回転数で $\theta$ 方向モータ24を回転させる指令を送出するとともに位置検出部42で検出された位置 $(x, \theta)$ を受けて $x$ モータ駆動部35へ被測定体20が1回転する毎に所定距離ずつ変位計27を移動させる指令を送出する移動機能及び後述する反り・振れ演算部45で求められた反り・振れを集計するデータ集計機能が備えられている。

反り・振れ演算部45は、変位データメモリ43に記憶されている被測定体20の各半径方向の変位データのうち測定領域の両端の変位値を結ぶ基準ラインを作成し、この基準ラインと半径方向の各変位値との偏差から被測定体20の反り及び振れ等を求める機能を有するものである。

画像処理部46は反り・振れ演算部45で求め

られた位置 $(x, \theta)$ を受けて被測定体20が1回転する毎に変位計27を矢印(ニ)方向に所定距離ずつ移動させる。この状態に変位計27はレーザ光を送出してその反射レーザ光を受光し測定信号を出力している。又、主制御部43のデータ取込み機能は位置検出部42で検出された被測定体20の回転角度 $\theta$ から所定角度例えば $10^\circ$ 毎に入力部41を開く。これにより、例えば第3図に示すように被測定体20における円周 $e1$ 上の $0^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $30^\circ$ …位置の測定信号 $s1$ 、 $s2$ 、 $s3$ 、 $s4$ …が入力部41を通して取込まれて変位データメモリ43に記憶される。なお、これら測定信号 $s1$ 、 $s2$ 、 $s3$ 、 $s4$ …はその測定位置 $(x, \theta)$ と対応して記憶される。以下、同様に円周 $e2$ 、 $e3$ …上の所定角度 $0^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $30^\circ$ …における各測定信号が変位データメモリ43に記憶される。

このようにして被測定体20の全面における変位の検出が終了すると、反り・振れ演算部45により被測定体20の反り・振れが求められる。ここで、先ず反りの求め方について第4図を参照し

られた反り・振れを画像データに変換して表示装置49へ送る機能を有するものである。

次に上記の如く構成された装置での表面形状測定の作用について説明する。

主制御部43の移動機能により駆動指令が $\theta$ モータ駆動部25及び $x$ モータ駆動部35へそれぞれ送られると、 $\theta$ 方向モータ24は所定の回転数で回転するとともに $x$ 方向モータ33が回転する。これにより、被測定体20は矢印(ハ)方向に回転するとともに変位計27は矢印(ニ)方向つまり被測定体20の半径方向に移動する。このとき、パルスエンコーダ26及びパルスエンコーダ36はそれぞれモータ24、33の回転に応じた回転パルス信号 $Pa$ 、 $Pb$ を出力する。これら回転パルス信号 $Pa$ 、 $Pb$ は共に位置検出部42へ送られ、この位置検出部42は回転パルス信号 $Pa$ から被測定体20の回転角度 $\theta$ を検出するとともに回転パルス信号 $Pb$ から変位計27の被測定体20の半径方向の位置 $x$ を検出する。しかして、主制御部43の移動機能は位置検出部42で検出

て説明する。同図において $Q1$ は第3図に示す回転角度 $0^\circ$ における被測定体20の半径方向の変位値を連続的に表わした変位データであり、又 $Q2$ は回転角度 $180^\circ$ における被測定体20の半径方向の変位値を連続的に表わした変位データである。このように各変位データを抽出すると、これら変位データ $Q1$ 、 $Q2$ に対して測定領域 $W1$ 、 $W2$ を設定する。なお、これら測定領域 $W1$ 、 $W2$ は被測定体20、例えば磁気ディスクであればデータを記憶する部分となりその位置は予め知られている。又、 $s1$ 、 $s2$ は無効領域である。次にこれら測定領域 $W1$ 、 $W2$ の両端と各変位データ $Q1$ 、 $Q2$ との交点 $a1$ と $a2$ 、 $a3$ と $a4$ を結ぶ各基準ライン $L1$ 、 $L2$ を求める。次にこれら基準ライン $L1$ 、 $L2$ とこれら基準ライン $L1$ 、 $L2$ から見て、(+)側及び(-)側となるデータ $Q1$ 、 $Q2$ の最大値との偏差を求める。つまり基準ライン $L1$ と変位データ $Q1$ とでは $cn$ 及び $dn$ であり、又基準ライン $L2$ と変位データ $Q2$ とでは $en$ 及び $fn$ である。そうして、これら偏差 $cn$ 、

$d_n$  及び  $e_n$ ,  $f_n$  から被測定体20の半径方向の反り値  $I D (1)$ ,  $I D (2)$  が求められる。すなわち、

$$I D (1) = |c_n| + |d_n| \quad \dots (1)$$

$$I D (2) = |e_n| + |f_n| \quad \dots (2)$$

次に前記交点  $a1$  と  $a3$  とを結ぶ基準ライン  $L3$  が求められ、この基準ライン  $L3$  と基準ライン  $L3$  から見て (+) 側及び (-) 側となる変位データ  $Q1$ ,  $Q2$  の最大値との偏差  $a_n$ ,  $b_n$  が求められる。そして、これら偏差  $a_n$ ,  $b_n$  から直径方向の反り値  $OD$  が求められる。すなわち、

$$OD = |a_n| + |b_n| \quad \dots (3)$$

である。そして、これら反り値  $ID$ ,  $OD$  は所定角度  $10^\circ$  の各半径方向ごとに求められる。

一方、ふれは次のようにして求められる。すなわち、第5図に示すように同一円周例えば  $e1$  上の変位値が連続的に読み出される。そして、回転角度  $0^\circ$  と  $360^\circ$  との各変位値を結んで基準ライン  $L4$  とし、この基準ライン  $L4$  と最も上方に位置する変位値との偏差  $g_n$  を求めるとともに基準ライン  $L4$  と最も下方に位置する変位値との偏差

$h_n$  を求める。そして、これら偏差  $g_n$ ,  $h_n$  から振れ値  $TIR$  を求める。すなわち、

$$TIR = |g_n| - |h_n| \quad \dots (4)$$

である。なお、以上、求められた各反り値  $ID$ ,  $OD$  及び振れ値  $TIR$  は変位データメモリ43に記憶される。

次に表示作用について説明する。この場合、表示装置48には反り表示、うねり表示及び振れ表示が行われる。まず、反り表示について説明する。この場合、主制御部43のデータ集計機能は、変位データメモリ43から各半径方向ごとの基準ライン  $L1$ ,  $L2 \dots$  と各半径方向の変位データ  $Q1$ ,  $Q2 \dots$  とを読み出し、それぞれ対応する基準ライン  $L1$  と変位データ  $Q1$  との偏差、基準ライン  $L2$  と変位データ  $Q2 \dots$  との偏差をそれぞれ各半径方向ごとに求める。この演算結果は、各回転角度  $\theta$  ごとに画像処理部46に送られ、この画像処理部46において画像データに変換される。しかるに、この画像データは出力部47を通して表示装置49に送られ、この結果第6図に示すように

被測定体20の反りが表示される。なお、このとき反り表示とともに反り値  $ID$ ,  $OD$  及び振れ値  $TIR$  の最大値、平均値が表示される。

次にうねり表示は次のようにして行われる。主制御部43のデータ集計機能は、被測定体20の各半径方向の変位データ  $Q1$ ,  $Q2 \dots$  を読み出してこれら変位データ  $Q1$ ,  $Q2$  と予め設定されたうねり用設定値例えば「0」との偏差を求める。そして、これら各半径方向ごとの各偏差は画像処理部45へ送られて画像データ化される。しかるに、この画像データが表示装置48へ送られて第7図に示すような被測定体20のうねりが表示される。

次に振れ表示は次のようにして行われる。この場合、主制御部43のデータ集計機能は、第7図に示すうねり表示のデータから被測定体20の各円周方向  $b1$ ,  $b2 \dots$  の各値を抽出する。そして、これら各円周方向  $b1$ ,  $b2 \dots$  ごとの各値は画像処理部45へ送られて画像データ化される。しかるに、この画像データが表示装置48へ送られて第8図

に示すような被測定体20の振れが表示される。

次に主制御部43のデータ集計機能は統計的な処理を行なって表示を行なう。すなわち、主制御部43のデータ集計機能は、反り・振れ演算部45で求められた各角度ごとの反り値  $ID (1)$ ,  $ID (2)$ ,  $OD$  及び同一円周ごとの振れ値  $TIR$  を読み出して最大値、最小値、平均値等を演算し求めて画像処理部45へ送る。この結果、表示装置48には第9図及び第10図に示すような被測定体20の各角度ごとの反り値及び振れ値  $TIR$  が表示される。

このように上記一実施例においては、被測定体20を回転させるとともに変位計27を被測定体20の半径方向に移動させて変位を測定し、この測定により得られた各変位のうち測定領域の両端の変位を結ぶ基準ライン  $L1$ ,  $L2 \dots$  を作成してこの基準ライン  $L1$ ,  $L2 \dots$  と変位値との偏差から被測定体20の反り及び振れ等を求めるようにしたので、1回の測定で被測定体20の全面における表面形状を求めることができる。そして、測

定された結果から被測定体 20 の形状が具体的に、例えば反り、振れ及びうねりとして 2 次元画面において視覚的に把握できる。しかるに、これら反り等から被測定体 20 の平面度を求めることができる。又、短時間で被測定体 20 全体の表面形状が測定できる。

なお、本発明は上記一実施例に限定されるものでなくその範囲を逸脱しない範囲で変形してもよい。例えば、被測定体 20 を回転させるとともに変位計 27 を連続的に移動させてスパイラル状に変位測定を行なってもよい。

## 〔發明の效果〕

以上詳記したように本発明によれば、被測定体全体の表面形状を測定できる平坦度測定方法を提供できる。

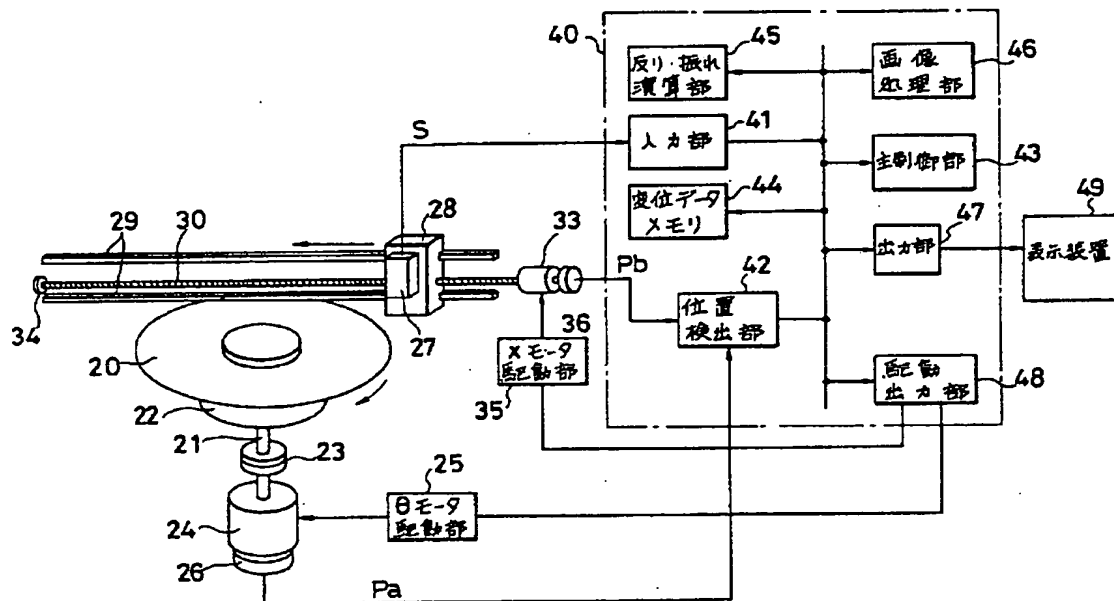
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第4図は本発明に係わる平坦度測定方法の一実施例を説明するための図であって、第1図は構成図、第2図は主制御部の機能ブロック図、第3図は測定箇所を示す模式図、第4図は反

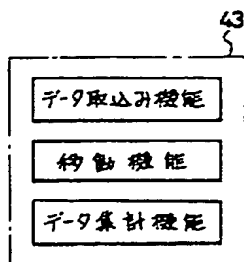
りの求め方を説明するための図、第5図は振れの求め方を説明するための図、第6図乃至第8図は表面形状の表示例を示す図、第9図及び第10図は統計的な表示例を示す図、第11図は従来技術を示す構成図である。

20…被測定体、24…モータ、26、36…  
パルスエンコーダ、27…変位計、28…移動台、  
29…案内ボール、30…移動用ねじ、33…x  
方向モータ、40…処理装置、41…入力部、  
42…位置検出部、43…変位データメモリ、  
44…反り・振れ演算部、45…画像処理部、  
48…表示装置。

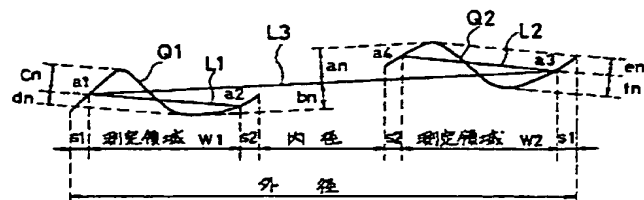
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



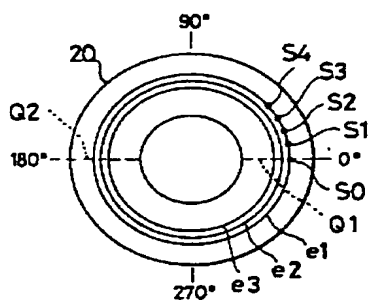
第 1 図



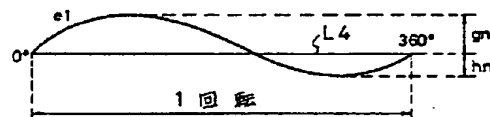
第 2 図



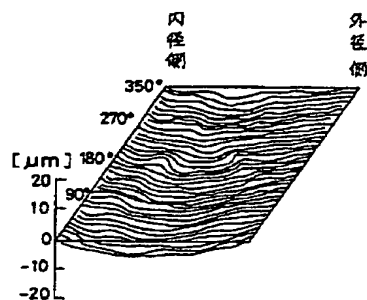
第 4 図



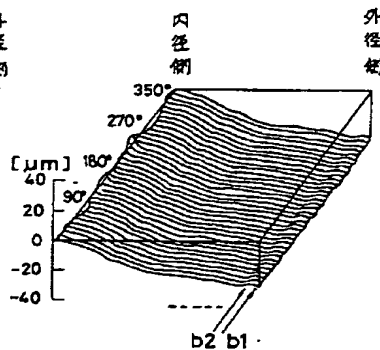
第 3 図



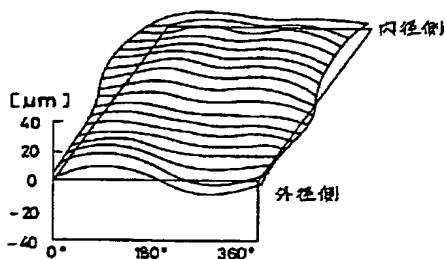
第 5 図



第 6 図



第 7 図



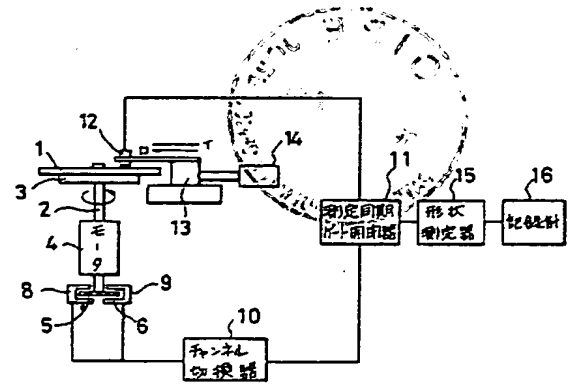
第 8 図

角度	OD径 $\mu\text{m}$	ID径 $\mu\text{m}$	子数(75)
0°	43.2	37.5	75
10°	56.1	41.2	75
20°	*62.7	*48.7	75
30°	*60.3	*52.6	74
40°	58.8	26.3	73
50°	46.5	32.5	75
60°	57.8	38.2	75
70°	59.2	40.0	75
MAX	62.7	52.6	
MIN	43.2	26.3	
AVE	55.6	39.6	
SD	7.6	6.0	

第 9 図

半径 (mm)	TIR ( $\mu\text{m}$ )	子数(36)
17.5	38.6	36
20.0	43.7	36
22.5	43.8	36
25.0	47.6	36
27.5	51.7	35
30.0	52.7	36
32.5	53.2	36
35.0	54.0	36
37.5	68.1	35
40.0	73.2	36
MAX	73.2	
MIN	38.6	
AVE	52.7	
SD	11.2	

第 10 図



第 11 図